

**HUBUNGAN TSP, PM10 DAN VARIAT METEOROLOGI  
DI SETESEN PENGAWASAN KUALITI UDARA  
UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA**

**Sabariah bte Baharun  
Jabatan Matematik  
Unit Perkhidmatan Sains**

**Faridah bte Maarof  
Unit penyelidikan Operasi  
Institut Sains Komputer**

**Mohd Rashid bin Mohd Yusof  
Jabatan Kejuruteraan Kimia  
Fakulti Kejuruteraan Kimia dan Sumber Asli**

**Universiti Teknologi Malaysia  
Jalan Semarak ,Kuala Lumpur**

**dibentangkan:**

**PERSIDANGAN TAHUNAN SUM KE EMPAT  
Hotel Pan Pan Pacific, Kuala Lumpur  
10 Oktober 1990**

**Tajaan:  
Persatuan Pengguna-pengguna SAS  
Selangor & Wilayah Persekutuan**

# HUBUNGAN TSP, PM10 DAN VARIAT METEOROLOGI DI SETESAN PENGAWASAN KUALITI UDARA UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

---

Sabariah bte Baharun  
Jabatan Matematik,  
Faridah bte Maarof  
Jabatan Penyelidikan Operasi,  
Mohd Rashid bin Mohd Yusof  
Jabatan Kejuruteraan Kimia,  
Universiti Teknologi Malaysia  
54100, KUALA LUMPUR.

## ABSTRAK

Kajian pencemaran udara zarahatan boleh sedut (PM10) dan keseluruhan zarahatan terampai (TSP) di bandaraya Kuala Lumpur perlu dikaji dengan terperinci dalam membentuk program pengurusan kualiti udara setempat di masa akan datang. Oleh itu analisis data-data mentah diperolehi di sesebuah setesen pengawasan kualiti udara perlu diberi perhatian sewajarnya. Kertas kerja ini merupakan satu hasil kajian tentang hubungan antara TSP, PM10 dan variat-variat meteorologi menggunakan beberapa tatacara SAS.

## PENGENALAN

Tahap pencemaran di sesuatu tempat dapat diukur daripada kepekatan zarahatan terampai di udara kawasan tersebut. Zarahatan itu termasuklah keseluruhan zarahatan terampai TSP (kandungan partikel di atmosfera yang kurang daripada saiz 50 mikron) dan zarahatan boleh sedut PM10 (kandungan partikel di atmosfera yang kurang daripada saiz 10 mikron).

Kajian telah menunjukkan bahawa kaitan antara TSP dan PM10 adalah amat bererti (1). Hasil daripada tinjauan antara TSP dengan variat meteorologi pula menunjukkan bahawa jangkamasa hujan, suhu dan pancaran suria menyumbang bererti kepada respon (TSP) walaupun variat-variat tersebut bukan merupakan variat penerang yang nisbah variasinya tinggi ( $r^2 = 13.7\%$ ) (2).

Memandangkan adanya kaitan antara TSP dengan PM10 maka hubungan antara keduanya ditinjau sekali dengan penambahan data dan seterusnya satu model yang paling sesuai cuba dihasilkan bagi mewakili hubungan tersebut. Kajian ini juga dilanjutkan dengan meneliti hubungan PM10 dan faktor meteorologi (halaju angin, jangkamasa hujan, suhu, cahaya matahari, pancaran suria dan kelembapan) dengan TSP dan melihat sumbangannya terhadap variasi kepekatan TSP. Analisis data dalam kajian ini dilaksanakan dengan bantuan beberapa tatacara SAS ( Statistical Analysis System ).

## **METODOLOGI**

### **Pengumpulan data**

#### Lokasi kajian

Data zarahan terampai TSP dan PM10 (dipungut dari Januari 1986 hingga Disember 1989 ) diperolehi dari setesen pengawalan Universiti Teknologi Malaysia, Kuala Lumpur. Lokasi setesen dan kedudukan kawasan perindustrian dipaparkan di Rajah 1. Setesen tersebut berada 2 km ke timur laut bandaraya Kuala Lumpur dan terletak lebih kurang 10 km daripada kawasan perindustrian yang pesat di Petaling Jaya pada arah yang sama. Data meteorologi pula diperolehi daripada setesen Jabatan kajicuaca yang terletak di Petaling Jaya yang merupakan setesen paling hampir dengan setesen pengawasan kualiti udara, UTM.

### **Penyampelan**

Penyampelan data harian (24 jam) PM10 dan TSP masing-masing telah dilakukan dengan menggunakan peralatan 'Size selective High Volume Air Sampler (SSHVS)' dan 'High Volume Air Sampler (HVS)'. Alat SSHVS hanya mengumpul partikel bersaiz 10 mikron ke bawah sahaja manakala HVS pula mampu mengumpul sebarang saiz partikel sehingga sebesar 50 mikron. Kedua-dua peralatan tersebut ditempatkan di atas bumbung sebuah bangunan setinggi empat tingkat. Perihal peralatan dan prosidur penyampelan dinyatakan di tempat lain (1).

### **Analisis data**

Langkah pertama dalam analisis data kajian ini ialah melihat hubungan antara TSP dengan PM10. Kaedah Regressi telah digunakan bagi menghasilkan model linear

antara keduanya setelah meneliti hubungan linear digambarkan oleh arah aliran plot data mentah TSP dan PM10. Seterusnya analisis sisihan dilakukan bagi menunjukkan samada model diperolehi adalah sesuai bagi menerangkan kaitan antara TSP dan PM10.

Langkah kedua pula ialah melihat hubungan antara TSP (pembolehubah ramalan) dengan PM10 serta variat meteorologi (pembolehubah penerang). Matriks korelasi bagi keseluruhan pembolehubah dihasilkan bagi meninjau pembolehubah penerang yang mempunyai pekali korelasi yang bererti terhadap TSP. Regressi berganda dilakukan untuk melihat kaitan linear keseluruhan pembolehubah penerang dan sumbangannya terhadap TSP. Seterusnya regresi undur langkah demi langkah untuk menentukan pembolehubah penerang yang dapat memberi sumbangan bererti terhadap TSP (3).

## KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Taburan purata bulanan TSP dan PM10 dalam masa empat tahun masing-masing ditunjukkan dalam Rajah 2 dan Rajah 3. Carta menunjukkan bahawa terdapat beberapa bulan yang tiada mempunyai nilai TSP yang dipungut. Secara keseluruhannya, didapati ada variasi berlaku dalam kepekatan TSP dari masa ke semasa di dalam selang percubaan tersebut. Korelasi antara TSP dan PM10 ( $r=0.659$ ) adalah sungguh bererti iaitu pada aras bererti rantau kebarangkalian 1% (Jadual 1). Kaitan ini dijelaskan lagi dalam Rajah 4. Rajah ini juga menunjukkan bahawa purata PM10 sentiasa kurang dari TSP. Walau bagaimanapun purata tahunan PM10 (Rajah 5) adalah tinggi jika dibandingkan dengan nilai tahunan bagi PM10 ( $50 \text{ ug/m}^3$ ) yang dicadangkan oleh Kualiti Udara Atmosfera Piawai Kebangsaan (NAAQS). Tahap pencemaran zarah boleh sedut di kawasan ini didapati akan sentiasa bertambah kerana persekitaran akan sentiasa terdedah pada partikel kecil yang mempunyai masa penempatan udara yang lebih panjang. Seterusnya keadaan ini akan melibatkan kesihatan umum kerana sifatnya yang boleh masuk kedalam paru-paru. Kawalan yang rapi dan sewajarnya tentang keadaan ini harus dilakukan bagi menjamin kualiti udara di bandaraya Kuala Lumpur dan menghalangnya daripada menjadi semakin teruk.

Taburan bagi data TSP dan PM10 (Rajah 6) jelas menunjukkan hubungan antara TSP dan PM10 adalah linear. Kaedah Regresi memberikan model tersebut:

$$Y = 29.56 + 0.78X$$

sebagai pernyataan hubungan antara TSP dan PM10. Nilai  $R^2 = 0.43$  (Jadual 2) jelas menunjukkan bahawa kepekatan PM10 memang memainkan peranan yang penting dalam variasi TSP kerana kita faham bahawa banyak lagi faktor-faktor yang harus diambil kira selain daripada PM10 ini termasuklah faktor meteorologi yang akan dibincangkan seterusnya nanti.

Analisis sisihan (Rajah 7) dijalankan bagi menguji model linear tersebut dan didapati bahawa varians ralatnya adalah sekata dan ini menunjukkan bahawa model tersebut adalah sesuai bagi menerangkan kaitan antara kedua variat tersebut. Model ini boleh membantu perkembangan penyelidikan ini dalam meramalkan nilai kepekatan TSP maupun PM10 yang tidak dapat dipungut di setesen tersebut. Ramalan ini mungkin boleh melicinkan kajian yang akan datang.

Pengamatan terhadap matriks korelasi (Jadual 1) juga menunjukkan bahawa jangkamasa hujan dan suhu mempunyai korelasi yang bererti dengan TSP, masing-masing pada aras bererti rantau kebarangkalian 5% dan 1%.

Dalam model lengkap keseluruhan (Jadual 3) hanya variat PM10 sahaja menyumbang bererti model dengan nilai  $t_1 = 9.210$  ( $\text{Pr} > |T| = 0.0001$ ). Ini diikuti oleh sumbangan variat suhu dan pancaran suria masing-masing dengan nilai  $t_4 = 1.832$  ( $\text{Pr} > |T| = 0.0690$ ) dan  $t_5 = -1.736$  ( $\text{Pr} > |T| = 0.0847$ ).

Seterusnya usaha memilih variat yang sesuai menerangkan TSP dengan menggunakan kaedah regressi undur langkah demi langkah, di tunjukkan dalam jadual 4. Versi undur langkah demi langkah bermula dengan model lengkap persamaan regressi dan membuang variat yang tidak mustahak satu demi satu, pada setiap langkah. Daripada kaedah ini diperolehi tiga variat penerang iaitu PM10, suhu dan pancaran suria menyumbang bererti kepada respons. Pemilihan ini dikuatkan dengan nilai Statistik Mallows. Sumbangan ketiga variat ini kepada TSP boleh dilihat dari  $R^2 = 0.46$ . Ini menunjukkan bahawa dengan tambahan suhu dan pancaran suria dalam variat penerang, hanya 3% penambahan sahaja berlaku dalam sumbangan. Walau bagaimanapun dari Jadual 1, ketiga-tiga variat ini adalah berkait rapat antara satu sama lain dan ini menyebabkan penambahan sumbangan tersebut terlalu kecil.

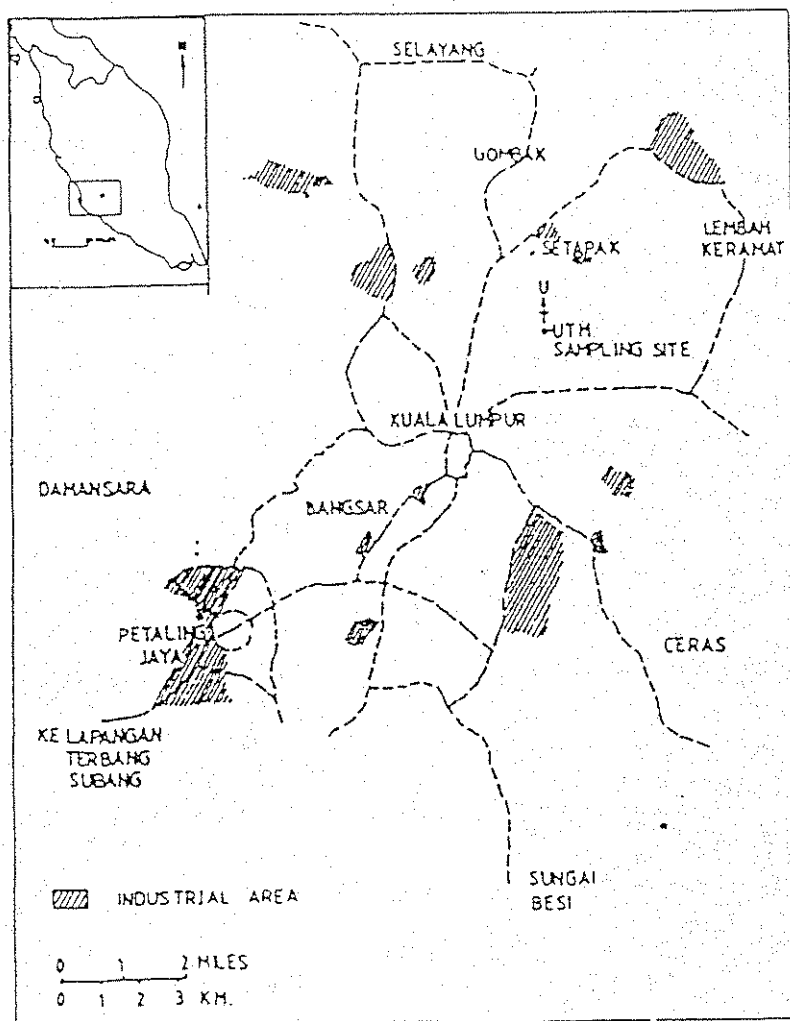
Namun begitu, variat suhu terutamanya memainkan peranan penting dalam sumbangannya terhadap pencemaran. Ini di jelaskan bahawa bila cuaca panas dapat mengakibatkan banyak zarah-han menjadi ringan dan mudah terapung di udara.

## RUMUSAN

Hakikat yang tidak boleh dielakkan ialah pengutipan data TSP, PM10 dan data variat meteorologi telah dibuat dalam dua lokasi yang berasingan. Oleh itu kesan variat penerang terhadap variat respon (TSP) tidak boleh diungkapkan dalam model yang lengkap kebagusan suainya. Walau bagaimanapun hubungan antara TSP, PM10 dan variat meteorologi ini diharapkan dapat membantu membaiki dan mengawasi kualiti udara di bandaraya Kuala Lumpur . Namun banyak lagi faktor-faktor persekitaran yang harus diambil kira dalam mengkaji pencemaran udara di kawasan ini dan seterusnya usaha dapat dipertingkatkan lagi dalam mencapai matlamat tersebut.

## RUJUKAN

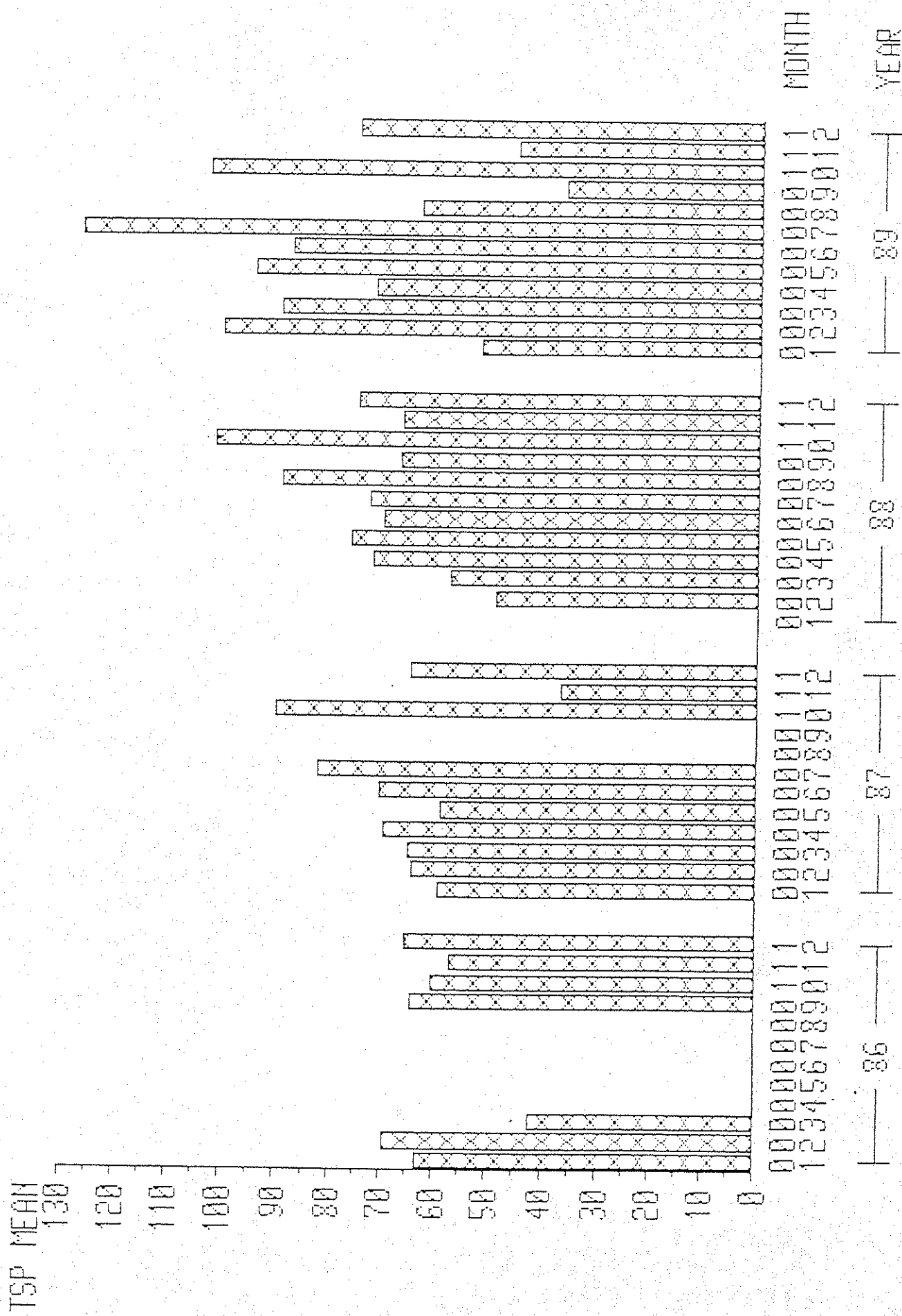
1. Mohd Rashid M.Y. (1987). 'An Investigation of PM10 at one site of Kuala Lumpur'.  
Paper presented at Third Symposium of Chemical Engineers Malaysia, Kuala Lumpur.
2. Labariah B., Yunus J., Mohd Rashid M.Y, (1990). 'Membina kaitan taklinear antara kepekatan zarahhan terampai dengan variat-variati meteorologi'.  
Paper presented at a seminar in MARDI, Serdang
3. J.W. Gorman dan R.J. Toman (1966). 'Selection of variables for fitting equations to Data '. Technometrics, Vol. 8(27-51).
4. Weisberg, S (1985). 'Applied Linear Regression, 2nd Edition, New York:John Wiley & Sons.
5. SAS User's Guide : Statistics, Version on 5th Edition. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina.
6. SAS Graph. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina.

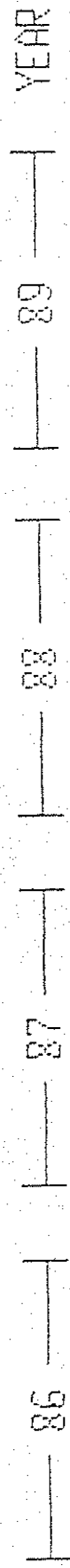


Rajah 1: Lokasi Stesen Kualiti Udara (UTM) dan Kedudukan Industri



KEPEKATAN PURATA BULANAN ZARAHAN TERAMPAI KESELURUHAN



[illegible]

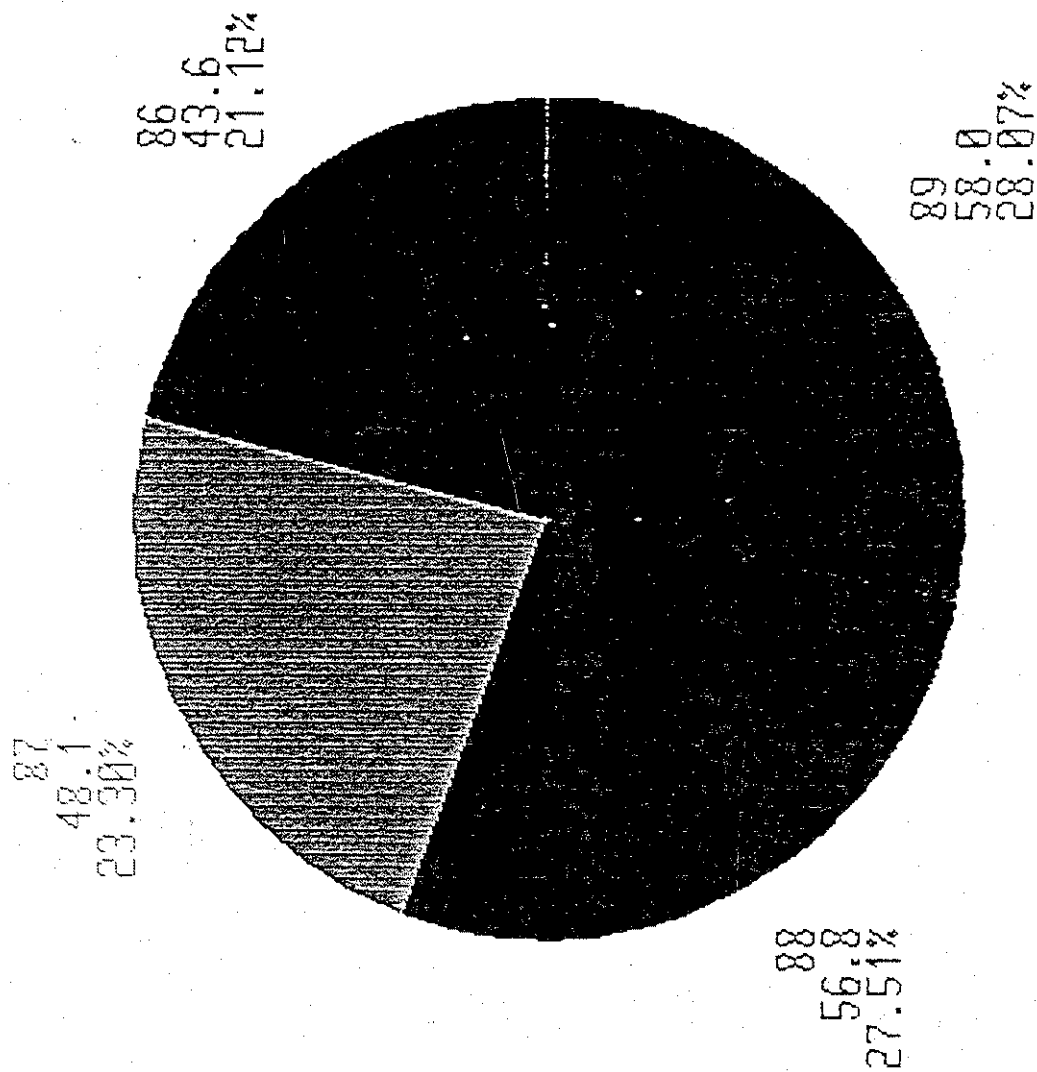
PEARSON CORRELATION COEFFICIENTS / PROB > IRI UNDER HO:RHO=0 / NUMBER OF OBSERVATIONS

Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Y	1.00000 0.0000 191	-0.08429 0.2463 191	-0.23038 0.0013 191	0.17699 0.0143 182	-0.03790 0.6115 182	-0.00296 0.9676 191	-0.06493 0.3722 191
X1	1.00000 0.0000 160	-0.02372 0.7533 178	-0.27949 0.0002 178	0.17132 0.0222 178	-0.08448 0.2748 169	-0.03839 0.6110 178	-0.04691 0.5341 178
X2	-0.08429 0.2463 191	1.00000 0.0000 238	-0.02017 0.7569 238	-0.00249 0.9695 238	0.02110 0.7513 228	0.00639 0.9219 238	-0.07389 0.2562 238
X3	-0.23038 0.0013 191	-0.27949 0.0002 178	1.00000 0.0000 238	-0.53992 0.0001 238	-0.41369 0.0001 228	-0.29087 0.0001 238	0.52871 0.9991 238
X4	0.17699 0.0143 191	-0.00249 0.9695 238	-0.53992 0.0001 238	1.00000 0.0000 238	0.69328 0.0001 228	0.45764 0.0001 238	-0.71387 0.0001 228
X5	-0.03790 0.6115 182	0.02110 0.7513 228	-0.41369 0.0001 228	0.69328 0.0001 228	1.00000 0.0000 228	0.63110 0.0001 228	-0.70285 0.0001 238
X6	-0.00296 0.9676 191	0.00639 0.9219 238	-0.29087 0.0001 238	0.45764 0.0001 38	0.63100 0.0001 228	1.00000 0.0000 238	-0.46202 0.0001 238
X7	-0.06493 0.3722 191	-0.07389 0.2562 238	0.52871 0.0001 238	-0.71387 0.0001 238	-0.70285 0.0001 228	-0.46202 0.0001 238	1.00000 0.0000 238

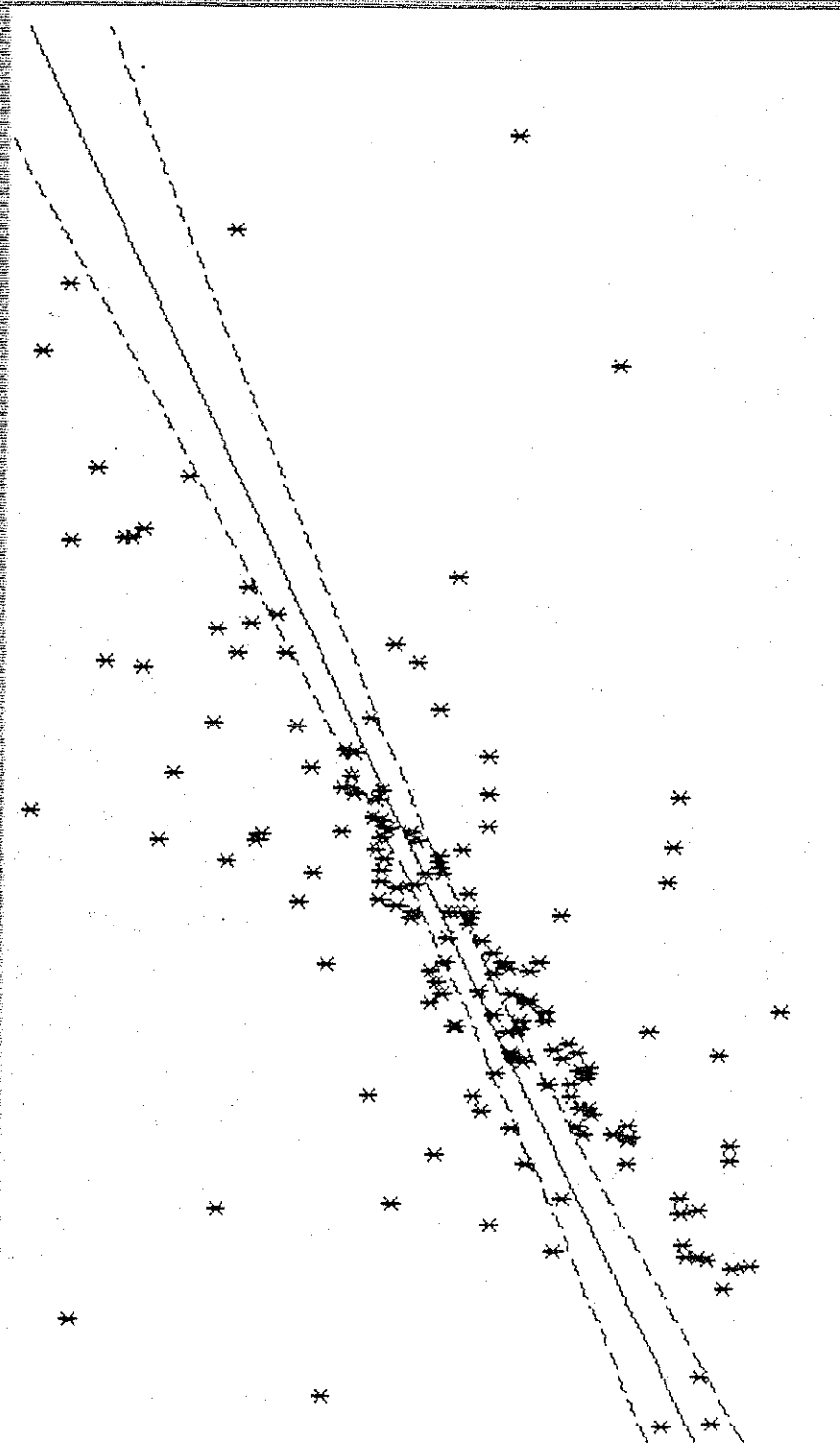
LEGENDA: Y = TSP X1 = PM10 X2 = halaju angin X3 = jangka masa hujan X4 = suhu X5 = pancaran suria X6 = cahaya matahari X7 = kelembapan

SAS

MEAN OF PM10 BY YEAR

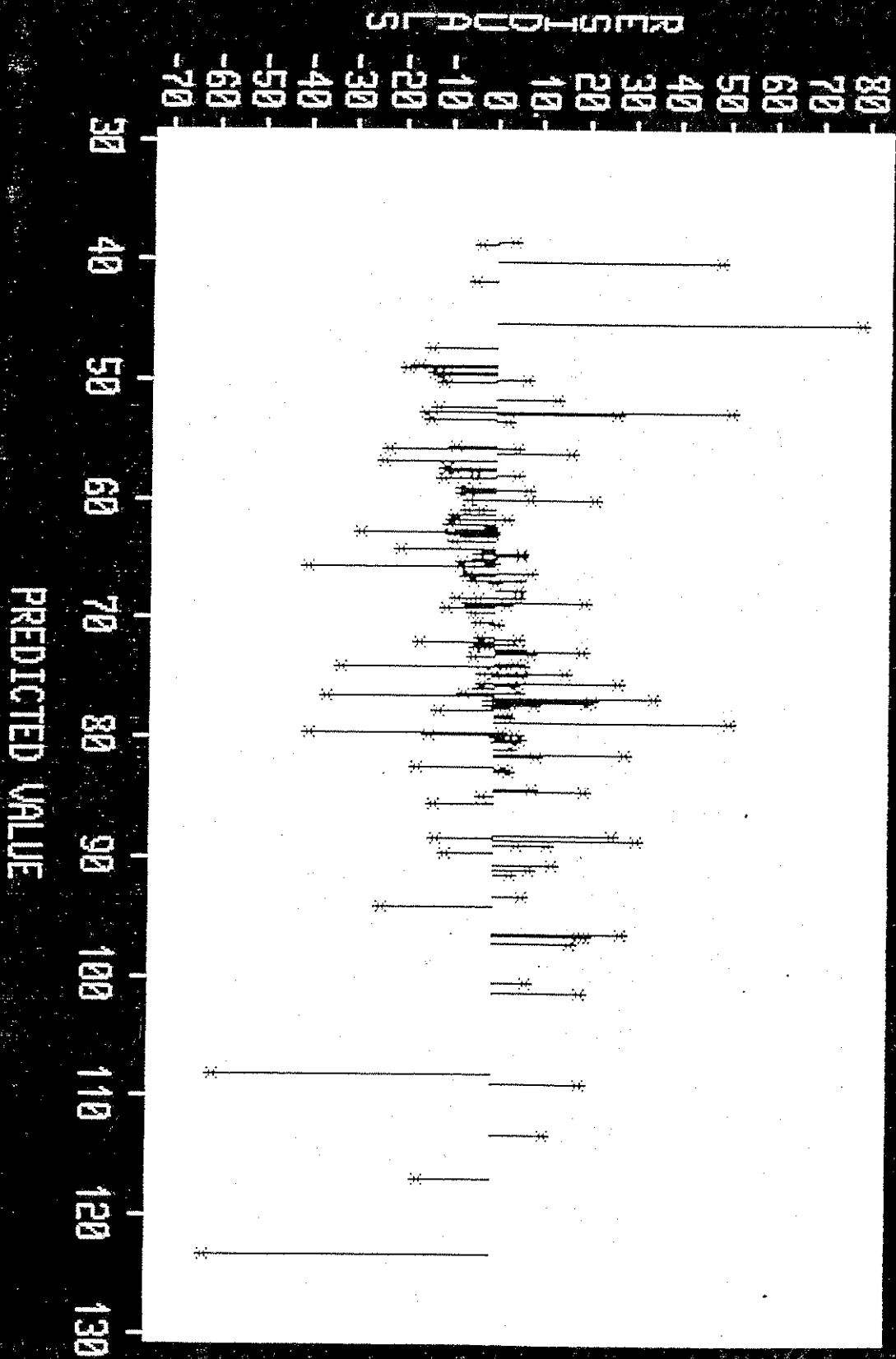


# SCATTER PLOT OF TSP VERSUS PM10



01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

0.00



## Jadual 2: Regressi Linear

$$Y = 29.56 + 0.78X$$

$$R^2 = 0.43$$

$$F_{1,158} = 121.406 = (\text{Pr} < 0.0001).$$

Legenda : Y= TSP

X= PM10

## Jadual 3: Model linear berganda

$$Y = -48.2 + 0.74X_1 - 1.63 X_2 + 0.01X_3 + 4.35X_4 - 0.04X_5 \\ - 0.17X_6 - 0.23X_7$$

$$R^2 = 0.46$$

$$F_{7,143} = 18.137 = (\text{Pr} > 0.0001)$$

**Jadual 4 : Ringkasan Nilai Statistik Dalam Permodelan  
Undur langkah demi langkah**

Variat	P	Cp	R
Keseluruhan variat	7	8	0.4703
X1, X2, X3, X4 X5, X6, X7	6	6.13	0.4698
X1,X2,X3,X5	5	4.46	0.4686
X1,X2,X4,X5	4	2.85	0.4671
X1, X4, X5	3	2.19	0.4622

Legenda:

P = bilangan sebutan dalam persamaan regresi linear yang dikaji

Cp = Statistik Mallows

$R^2$  = Pekali penentuan berganda